

令和元年度糸魚川ジオパーク学術研究奨励事業

研究概要

No. 1 加藤悠人（新潟大学理学部地質科学科）

【研究の名称】

新潟県糸魚川市早川左岸に分布する大規模地すべりの地形発達過程

【研究テーマ】

新潟県糸魚川市早川左岸に分布する大規模地すべりの地形発達過程

【研究内容】

早川左岸に分布する大規模地すべりについて、1mメッシュの地形標高モデルを用いた地形解析及び現地調査、岩石学的研究を行うことにより地形発達過程を明らかにする。

【研究のまとめ】

本研究では調査地域の地形発達過程を明らかにするために地形解析及び現地調査、岩石学的研究を行った。地形解析では地形的な特徴の抽出を行い、野外調査では地形解析で抽出されたデータについての確認や巨岩の分布、記載、サンプリングを行った。岩石学的研究ではサンプリングした岩石の薄片作成・観察と全岩化学組成分析を行った。

<地形解析結果>

1. 発生時期の異なる4つの地すべりブロックが存在する。
2. 各地すべりブロック間に平坦地が存在する。
3. 地すべりブロックは旧早川と現早川によって浸食を受けている
4. 巨岩は月不見の池を含む地すべりブロックにおいて特に大規模に分布し、また、そこでは多くの巨岩の長径が一定の向きを向いていることが確認された。

<野外調査結果>

1. 分布する巨岩はほとんどが凝灰角礫岩であった。
2. 地すべり地において巨岩が確認されないエリア（棚田、上出）が存在する。

<岩石学的研究結果>

1. 薄片観察の結果、分布する巨岩はほとんどが複輝石安山岩であった。主な組織としてハイアロピリティック組織、インターサータル組織が確認された。それらは地すべり末端にハイアロピリティック組織をもつ巨岩が分布し、滑落崖直下にはインターサータル組織をもつ巨岩が分布しているといった分布特徴がみられた。
2. 全岩化学組成分析の結果、Ni、Cr量で区分される3つの岩石が確認された。それらは地すべり末にはNi、Cr量の少ない巨岩が分布し、滑落崖直下にはNi、Cr量の多い巨岩が分布しているといった分布特徴がみられた。

研究の結果、以下のことが明らかとなった。

- (1)巨岩は主に地すべりブロック上に分布し、地すべりブロック上をいかだのように運搬されることによって長距離の移動を可能にした可能性がある。
- (2)本調査地域に分布する巨礫の長径の向きは地すべりの移動方向を反映している可能性がある。
- (3)巨岩は地すべり体末端側にはデイサイト—安山岩質、滑落崖周辺には安山岩—玄武岩質のものが多く分布する。
- (4)本調査地域では複数の大規模な地すべりが発生していた。
- (5)本調査地域の地形は、複数の大規模な地すべりが連動した結果として形成された。

No. 2 滝澤拓実（新潟大学理学部地質科学科）

【研究の名称】

新潟県糸魚川東部地域に分布する更新世火山岩類の地質学的・岩石学的研究

【研究テーマ】

糸魚川東部地域に分布する火山岩類を対象に調査・分析を行い岩石学的な検討を行い、更新世における火成活動の特徴を明らかにする。

【研究内容】

糸魚川東部地域に分布する火山岩類は、最近まで鮮新世の活動であるとされてきたが、最近の年代の再測定が行われ、その結果更新世の活動であると報告された。

本調査地域で地質学的研究はいくつか行われているが、岩石学的研究はこれまであまり行われておらず、岩石学的位置付けが定まっていない。

これらのことを踏まえ本研究では、本調査地域の火山岩類を対象に調査・分析を行い岩石学的な検討を行い、更新世における火成活動の特徴を明らかにすることを目的とする。

本研究では、23日間の野外調査を行い、室内作業として薄片作製及び観察、全岩XRF分析、全岩ICP-MS分析を行い岩石学的特徴に迫った。

【研究のまとめ】

- ・本調査地域の地層は、下位より根知層、名立層、猿倉層、江星山層、梶屋敷層、高峰層、貫入岩から構成される。貫入岩は、斑晶鉱物組み合わせと化学組成により3種類に区分される。
- ・斑晶鉱物組み合わせに各層に特徴がみられる。根知層は、斑晶鉱物として角閃岩を含むかどうかで二つのタイプに分けられた。また、江星山層と梶屋敷層は斑晶鉱物として角閃石と石英を含むことで特徴付けられる。
- ・ K_2O vs SiO_2 図において本調査地域の岩石は、中カリウムにプロットされる特徴を持ち、 SiO_2 vs FeO^*/MgO 図においてカルクアルカリ系列の特徴を示す。
- ・本調査地域の火山岩類は、鏡下観察や化学組成から玄武岩質から安山岩質マグマと珪長質マグマのマグマ混合で形成されたと考えられる。
- ・本調査地域の火山岩は、記載岩石学の特徴と化学組成の特徴に海川火山岩類や妙高火山群との共通性みられる。このことは鮮新世以降・もしくは遅くとも更新世以降、北部フォッサマグナ西縁地域では地球科学的特徴が一致したマグマが活動していたことを示唆する。

No. 3 FAIZ WILDAN MUKHALLAD (富山大学大学院理工学教育部地球科学専攻)

【研究の名称】

テフラ層序から見た新潟焼山火山の噴火履歴解明

【研究テーマ】

日本海側で最も活動的な火山である新潟焼山において、テフラ層序の視点から、新潟焼山の噴火履歴の見直しを行う。

【研究内容】

昨年度の高谷池・黒沢池周辺での調査で認定した8層のテフラ層を、新潟焼山方面と妙高山方面に追跡する。これらのテフラの給源は新潟焼山もしくは隣接する妙高山と考えられるため、新潟焼山西方の裏金山から新潟焼山、さらに東方の火打山、妙高山においてテフラ層の調査を行い、層厚変化をもとに各テフラの給源火山を明

確にする（一般に、給源火山に向かうほどテフラの層厚は厚くなる）。昨年度はテフラ層に狭在する土壌層から採取した9試料について¹⁴C年代を測定したが、本年も本課題とは別の予算を用いて土壌の¹⁴C年代を測定し、新潟焼山火山の噴火年代を明確にする。

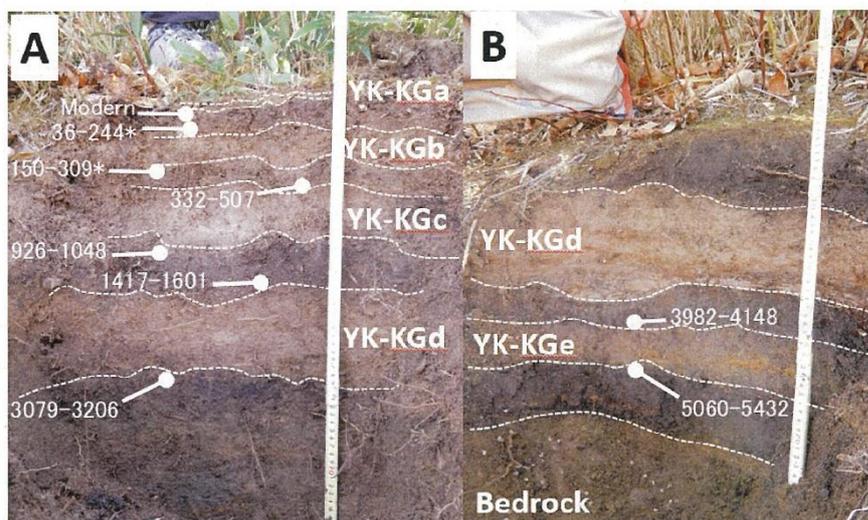
【研究のまとめ】

新潟焼山は、新潟・長野県境に位置する活火山である。国内で最も新しい複成火山（活動開始年代3,000年前）とされており、有史以降も複数回な噴火を起こしている（早津、2008）。本火山の活動は第1～5期に区分されており、各活動期の噴出物は溶岩流と火砕流を主体とし、火山灰を伴う（早津、2008）。本火山を起源とするテフラとしては、焼山—高谷池火山灰層（下位からYK-KGe～YK-KGa）が報告されている。各テフラと火山体構成物とは第1表のように対比されている（早津、2008）が、テフラの年代が不明なこともあり、この対

活動史区分	基本層序	年代	備考	テフラ層
第5期	新期火砕堆積物	現在 1974年	噴気活動	YK-KGa火山灰層
	大谷火砕流堆積物 II	1962-3年 1949年 1852年 1773年	水蒸気爆発 水蒸気爆発・硫黄噴出 火砕流の噴出	
第4期	焼山溶岩流	1361年	溶岩ドームの形成	YK-KGb火山灰層
	大谷火砕流堆積物 I		火砕流の噴出	
第3期	前山溶岩流	989年	焼山最大規模の火山灰・火砕流・溶岩流の噴出	YK-KGc火山灰層
	早川火砕流堆積物			
第2期	?	約2000年～2500年前	マグマ噴火	YK-KGd火山灰層
第1期	前川土石流堆積物	約3000年前	焼山の誕生	YK-KGe火山灰層

第1表 テフラ層と火山体構成物の対比（早津、2008）

比には検討の余地が残る。本研究では、新潟焼山山頂の東方4～5 kmに位置する天狗の庭、高谷池及び黒沢池でYK-KGテフラの調査



第1図 天狗平で見られる焼山—高谷池火山灰層と土壌の暦較正年代(年代値はいずれもcal.BPであり、2σで年代幅を表示)。露頭Aは露頭Bの東方20 m地点に位置し、露頭Bの上位が見られる。なお、この2つの露頭では、YK-KGd/e1～3は見られない。

を行った。

を行った。

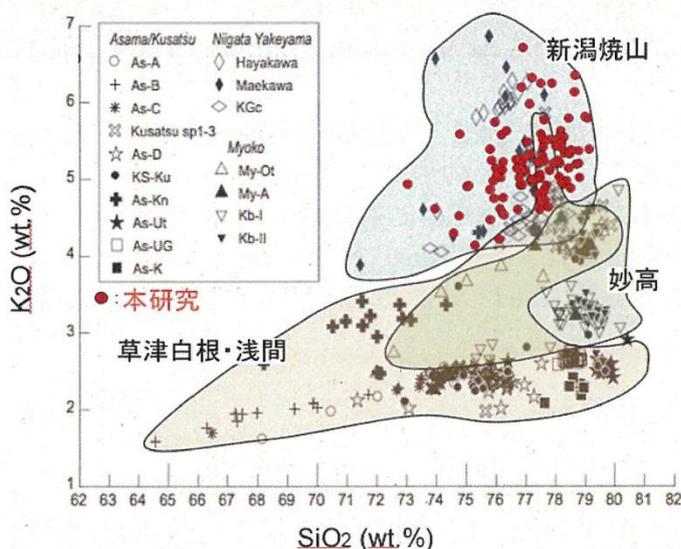
各調査地点において、色調と層準からYK-KGa～YK-KGeに対比される計5層のテフラ層を認定した（第1図）。また、いくつかの露頭では、YK-KGdとYK-KGeの間

に、これまでに報告のない3層のテフラ（上位から順 YK-KGd/e1~3 と仮称）が見られる。YK-KGe は橙色であるが、他のテフラは淡灰色である。

全てのテフラに斜長石、石英、角閃石、輝石、不透明鉱物及び火山ガラスが見られる。新鮮な火山ガラスの存在から、いずれのテフラもマグマ噴火によるものと結論できる。また、上記鉱物の多くには火山ガラスが付着しており、いずれの結晶もマグマの斑晶に由来するものと推測される。YK-KGe には基盤岩由来の黒雲母も少量含まれる。

各テフラの給源火山を特定するため、各テフラ中の径 250~500 μm の火山ガラスについて、EPMA を用いて化学組成を分析した。火山ガラスの組成は、 K_2O 量が 4~6wt%、 TiO_2 量が 0.2~0.4wt% である。ト部・片岡 (2013) は、新潟焼山火山起源のテフラの火山ガラスが近接する妙高火山のテフラの火山ガラスよりも高い K_2O 量をもつこと明らかにしている (第2図)。本研究で分析した全ての火山ガラスは、 K_2O - SiO_2 図上でト部・片岡 (2013) が報告した新潟焼山火山起源のテフラの火山ガラスと組成範囲が一致する。そのため、YK-KGa~YK-KGe は全て新潟焼山火山起源のテフラである蓋然性が高い。

テフラ層に狭在する土壌の ^{14}C 年代測定より、新潟焼山火山の噴火履歴の見直しにつながる重要な知見が得られた (第1図)。YK-KGe 直下の泥炭質土壌の暦較正年代 (5,060cal.BP-5,432cal.BP) から、新潟焼山火山の誕生は、従来考えられていた 3,000



第2図 火山ガラスの組成の比較。ト部・片岡(2013)の原図に本研究で得られた Yk-KGa~Yk-KGe の火山ガラスの組成を点示した。

年前よりも古く、約 5,000 年前まで遡れると推測される。また YK-KGd 直下の泥炭質土壌の暦較正年代 (3,066cal.BP-3,219cal.BP) から、約 3,000 年前頃のマグマ噴火 (火山体噴出物層序に基づく第 1 期活動) のテフラが Yk-KGd であると判断される。Yk-KGc 直下の土壌の暦較正年代 (936-1,048cal.BP) から、本テフラは約 1,000 年前のマグマ噴火 (火山体噴出物層序に基づく第 3 期活動) のテフラ層である可能性が高い。

No. 4 鈴木麻央（静岡大学地域創造学環スポーツプロモーションコース）

【研究の名称】

糸魚川ジオパークの ESD/SDGs の教育活動展開

【研究テーマ】

糸魚川ジオパークの教育活動に関する現状と課題を整理した上で、学校教育においてもユネスコ世界ジオパークとしても求められている ESD・SDGs の推進に向けて、新たな教材の開発及び提案を行う。

【研究内容】

糸魚川ジオパークの優れた教育はジオパーク関係者の間ではよく知られている。本研究では、糸魚川ジオパーク教育の現状と課題について、関連資料やヒアリングに基づき SWOT 分析を行った。その上で、現地調査を踏まえ、野外での探求的なジオサイト学習を補足・推進するための VR（ヴァーチャルリアリティ）教材を開発した。また、糸魚川ジオパークのジオストーリーに注目し、これを ESD・SDGs やアクティブラーニングといった観点を踏まえて、ミステリー教材を開発した。

【研究のまとめ】

SWOT 分析の結果、糸魚川ジオパークでは ICT を活用した教材や、既存の副読本と新学習指導要領で求められる ESD・SDGs、アクティブラーニングを組み合わせた教材が必要となることが示唆された。この論点を踏まえ、以下の 2 点の教材にまとめた。

VR 教材については、15 か所 27 本の 360° 映像を現地調査により撮影した。その後、VR 化の処理を行った上で動画サイト上にて整理し、動画教材とした。本教材は特別な配慮を必要とする児童生徒にとって、ICT の活用によりジオサイト見学がより気軽に体験できるという利点がある。これは SDGs の No one left behind とコンセプトを共有している。その一方で、従来の野外学習を推進するための ICT 教材という使い方もある。後者の運用方法に際しては、ジオガイドや学芸員の方の解説や支援を前提としている。そのため、今後は、VR 教材のインストラクションについて、ジオガイドや学芸員も方々とともにより深く検討する必要がある。またその上で、教材の運用や効果を臨床的に検証する必要がある。

アクティブラーニング教材については、カードを用いて謎解きをしながら物事の関係性を考える学習方法であるミステリーを応用し、ジオパークにおける「ジオ・エコ・ひとのつながり」を考える教材を開発した。コンテンツについて既存の副読本「まるごと糸魚川資料集」から引用した。これをジオ・エコ・ひとの視点から捉

え直し、そのつながりを整理していく教材とした。自然と社会と経済のバランスを具体的に考えるという点で SDGs および ESD の特徴を有している。今後は、授業内での運用のしやすさや生徒に対する教育効果について、検証を行っていく必要がある。

No.5 川尻啄真（新潟大学理学部地質科学科）

【研究の名称】

糸魚川西部地域に分布する中生界における地質学的・古生物学的研究

【研究テーマ】

新潟県糸魚川市大所川流域に分布する下部ジュラ系来馬層群の堆積環境および後背地の復元

【研究内容】

来馬層群の研究は、富山県と長野県で盛んに行われてきた（例えば小林ほか、1957 など）。しかし、両地域の間にあたる新潟県側では、地形が急峻なためあまり検討されなかった。来馬層群全体の地史を考えるうえで、両地域の間にある大所川流域の地質学的データは必要不可欠である。また、大所川流域の来馬層群の蒲原沢層と大所川層は、扇状地堆積物と河川成堆積物からなるとされている（竹内ほか、2006）。ところが、同地域からは海生二枚貝（Hayami、1957）が報告されているため、海成層は存在すると考えられる。

以上のことから、大所川流域の来馬層群の堆積環境と後背地の復元を行い、地質学的データの抽出を目的とする。同時に海生2枚貝および産出化石の産出層準の特定も行う。

【研究のまとめ】

本調査地域の地層は、下位より蒲原沢層・大所川層から構成される。大所川層は、岩相の違いにより、下位から下部層・中部層・上部層の3層に細区分した。

堆積環境の推定から、大所川流域の来馬層群は、網状河川・蛇行河川・浅海・エスチュアリーが形成されたと考えられる。

本研究により、汽水生二枚貝化石が産出する地層を合計4層準特定した。海生二枚貝およびその産出層準は、特定できなかった。

モード測定の結果から、後背地には酸性火山岩が広く分布しており、ペルム系正常層も露出していることがあきらかになった。

Qm-F-Lt ダイアグラムから蒲原沢層から大所川層堆積時には、後背地で火山弧の

削剥が進行していることがわかった。

Qm-P-K ダイアグラムから、後背地には花崗岩の出現が顕著でないことがわかった。

No.6 伊藤舜（東北大学生命科学研究科）

【研究の名称】

糸魚川ジオパーク固有貝類の進化史：劇的な形態変化を遂げたムラヤママイマイを用いた検証

【研究テーマ】

糸魚川ジオパーク固有貝類であるムラヤママイマイを例に、青海石灰岩地帯において劇的な形態進化が生じたメカニズムを明らかにする。

【研究内容】

進化生物学において、形態的な多様性が生じるメカニズムの解明は重要な主題である。南北に長く、多様な環境に彩られた日本列島では、近縁な種群内でも著しい形態進化を生じる例が多く知られる（Hirano et al.2015）。糸魚川ユネスコ世界ジオパーク内に位置する青海石灰岩地は、陸産貝類の多様性が高く、かつ他に類をみない独特の種構成を示す。その代表種が明星山のムラヤママイマイである。本種は同所的に見られる近縁種ヒダリマキマイマイをと比べて扁平な殻形態をしている。本研究ではムラヤママイマイを対象として、形態・遺伝解析を行い、本種に見られる特異な形態進化が明星山で生じたメカニズムの解析を行った。

【研究のまとめ】

明星山の複数地点（南壁 260m・サカサ沢 660-730m・山頂 1100m）にてムラヤママイマイを確認した。これらを用いた形態解析により、本種は地点毎に殻の大きさが異なり、標高が低くなるほど小さく、より扁平になっていた。マイクロサテライト領域を用いた遺伝解析では、ヒダリマキマイマイと有意な遺伝的な差異が見られた。しかしながらムラヤママイマイの一部個体では、ヒダリマキマイマイと遺伝的要素を共有していた。さらに過去および近年の遺伝子流動の大きさや方向性には差異が見られた。過去にはムラヤママイマイとヒダリマキマイマイの間に遺伝的交流が見られたものの、近年ではヒダリマキマイマイ間でのみ遺伝的交流が検出された。これらのことからムラヤママイマイとヒダリマキマイマイにおいて遺伝的要素を共有していたのは過去の遺伝子流動が要因として考えられる。また本研究は過

去にムラヤママイマイがヒダリマキマイマイと交雑をしていた可能性があり、両種の種間相互作用が殻の大きさや形態の違いを生み出した可能性を強く示唆していた。